

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FI05/050081

International filing date: 15 March 2005 (15.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FI  
Number: 20045075  
Filing date: 15 March 2004 (15.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 03 June 2005 (03.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

Helsinki 17.5.2005

E T U O I K E U S T O D I S T U S  
P R I O R I T Y D O C U M E N T



Hakija  
Applicant

Wärtsilä Finland Oy  
Vaasa

Patentihakemus nro  
Patent application no

20045075

Tekemispäivä  
Filing date

15.03.2004

Kansainvälinen luokka  
International class

F02D

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Adaptiivinen kuormantasausjärjestelmä"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä  
Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä,  
patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the  
description, claims, abstract and drawings, originally filed with the  
Finnish Patent Office.

*Markkula Tehikoski*  
Markkula Tehikoski  
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1142/2004  
Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No.  
1142/2004 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and  
Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FI-00101 Helsinki, FINLAND

## Adaptiivinen kuormantasausjärjestelmä

### Tekniikan ala

Keksintö koskee polttomoottoria, jossa on useampi sylinteri aikaansaamaan tarvittava energia, jota käytetään moottorin suorittamaan työhön. Erityisesti eksintö koskee polttomoottorin säätöjärjestelmiä.

### Tekniikan taso

Polttomoottoreissa, lukuunottamatta pienempiä malleja, on useita sylinterejä, joissa polttoaineen palamisreaktiosta vapautuva energia muutetaan mekaaniseen muotoon. Makaaniseen muotoon muutettu energia käytetään polttomoottorin tekemään työhön, kuten laiva potkurin pyörittämiseen. Suoritettua/suoritettavaa työtä kutsutaan myös kuormaksi. Jokainen sylinteri siis omalla mekaanisen energian tuotannollaan osasta moottorin kuormasta. Sylinterin sekä moottorin kokonaistuotosta kuvataan yleisesti tehona.

On tunnettua, että moottorin kuorma jaetaan tasan sylinterien kesken. Esimerkiksi jos moottorissa on 8 sylinteriä, jokainen sylinteri hoittaa 1/8 -osan kokonaiskuormasta. Käytännössä kuorman jako sylinterien kesken ei kuitenkaan ole täysin tasan, sillä sylinterien välillä löytyy eroja. Erota johtuvat valmistustoleransseista ja asennuksessa syntyvistä pienistä eroista. Sylinterien välillä on siis eroja esimerkiksi lämpötiloissa sekä polttoaineen ja ilman virtauksissa. Kun moottoria koekäytetään, nämä erot otetaan huomioon asetettaessa manuaalisesti jokaiselle sylinterille toiminta-asetukset. Moottorin kuluminen käytössä voi muuttaa tilannetta sylinterien välisen kuorman jossa, jolloin joudutaan tarpeen mukaan uusimaan manuaalinen sylinterien toiminta-asetusten laittaminen. Kuormien jaolla moottori saadaan toimimaan mahdollisimman optimaalisella toiminta-alueella.

Moottorin kuormitus ei välttämättä pysy samana moottorin koko käyttöaikana. Lai- vaa esimerkiksi ajetaan hitaammin satama-alueella kuin avomerellä. Moottorissa onkin erilaisia säätöpiirejä, joiden tarkoitus on ohjata moottoria toimimaan halutulla ta-

2004-03-12

valla. Esimerkiksi moottorin kuorman muuttuessa muutetaan kuhunkin sylinteriin vir-  
taavan polttoaineen määrää. Jotta moottori toimisi halutussa tilassa, ottaen huomioon  
muun muassa ympäristön kuormituksen, mitataan pakokaasun lämpötila, jonka pe-  
rusteella säädetään pienillä tehoilla sylinterikohtaista ruiskutuksen kestoaa. Sylinterin  
5 nakutusta (erityisesti ottomoottoreiden piirre) ja sytytyskatkoksia pyritään välttämään.  
Toisin sanoen erilaisten säätöpiirien yhteistoiminnalla moottoria pyritään pitämään  
reunaehdot huomioiden mahdollisimman optimaalisessa toiminta-tilassa. Reunaeh-  
doista, kuten kuorman jaosta sylinterille, johtuen moottori ei kuitenkaan välttämättä  
toimi parhaalla mahdollisella toiminta-alueella.

10 Kuten edellä mainittiin, tunnetun tekniikan ongelmana on, että kuorman jako sy-  
linterien kesken joudutaan tekemään manuaalisesti. Erityisesti silloin kun moottori  
nakuttaa, kuorman jako on ongelmallista. Olemassaoleva kuormantasaus muodostaa  
reunaehdon moottorin säätöpiireille, joten ne eivät pysty poistamaan tätä ongelmaa.  
Manuaalinen kuormantasaus vaatii huoltomiehen käyntiä, joten moottorin täytyy en-  
15 nen huoltokäyntiä toimia olemassaolevalla kuormantasausarvoilla, mikä muodostaa  
ylimääräisen rasituksen moottorille.

Keksinnön tarkoituksena on poistaa edellä mainittu ongelma. Tarkoitus saavute-  
taan vaatimuksissa esitetyin keinoin.

## 20 Keksinnön lyhyt kuvaus

Keksinnön ajatuksena on käyttää sylinterien nakutuksen seurantaa kuorman ja-  
kamiseksi automaattisesti moottorin sylinterien kesken. Globaalialia (ruiskutuksen kai-  
kille sylinterille yhteinen polttoaineensyöttö) kestoaa säädetään tunnetun tekniikan  
mukaan moottorin nopeus/tehosäätimen avulla. Nopeus/tehosäädin muodostaa pe-  
25 rusohjauksen sylinterien globaalille polttoainemäärälle. Nopeus/tehosäädin perus-  
teella muuttuvan peruspolttoainemäärän lisäksi sylinteriin tulevan polttoaineen mää-  
rään vaikuttaa sylinterikohtainen säätökerroin. Keksinnön mukaan sylinterikohtainen  
säätökerroin adaptoituu moottoria käyttöön otettaessa. Tällä kertoimella otetaan  
huomioon sylinterien välistet erot.

2004-03-12

Kun yksittäinen sylinteri nakuttaa jatkuvasti, pyrkii sylinterin nakutuksenestosäätiö vähentämään sylinteriin tulevan polttoaineen määriä väliaikaisesti. Suoritettu polttoaineen määriän vähennys laskee samalla sylinteristä saatavan tehon määriä, joka vuorostaan vähentää moottorista saatavan kokonaistehon määriä. Tämä kokonais-  
5 tehomääriän lasku kompensoidaan lisäämällä kaikkiin sylinterereihin virtaavan polttoai-  
neen määriä, jolloin kyseiset sylinterit aikaansaavat suuremman kokonaistehon. Tämä säätiö tapahtuu moottorin nopeus/tehosäätimen toimesta. Nakuttavaan sylinteriin tehty polttoaineen vähentäminen (polttoaineen ruiskutuksenkeston vähentäminen) palautetaan vähitellen takaisin alkuperäiseen arvoonsa. Jotta nakuttava sylinteri ei  
10 nakuttaisi jatkuvasti, täytyy nakuttavan sylinterin sylinterikohtaista säätökerrointa muuttaa pysyvästi niin, että jatkuva nakutus pyritään eliminoimaan.

Tämä tarkoittaa sitä, että nakutussäädon muuttama säätökerroin asetetaan uu-  
deksi pysyväksi sylinterin säätökertoimeksi. Kun sylinteriin tulevan polttoaineen mää-  
rä (polttoaineen ruiskutuksenkestoa) on vähennetty väliaikaisesti määritellyllä aika-  
15 välillä (aikaikkuna) tarpeeksi monta kertaa, muutetaan asetus pysyväksi. Säädon ai-  
kaansaamat moottorin uudet toiminta-arvot, eli sylinterikohtaiset säätökertoimet, tal-  
lennetaan muistiin, ja niitä käytetään myös uusina referenssiarvoina eli asetusarvoi-  
na. Moottori on siis adaptoitunut uusiin olosuhteisiin.

20

### Kuvioluettelo

Seuraavassa keksintöä kuvataan yksityiskohtaisemmin oheisten piirustusten kuvi-  
oiden avulla, joissa

Kuva 1      kuvaaa esimerkkiä nakutuksen marginaalista, jota käytetään estä-  
25              määni nakutus,  
Kuva 2      kuvaaa yksinkertaista esimerkkiä sylinterin kannesta ja sylinterikohtai-  
sesta nakutuksenestosäätiöpiiristä,  
Kuva 3      kuvaaa yksinkertaista esimerkkiä keksinnön mukaisesta moottorin  
säätiöpiiristä,

2004-03-12

Kuvio 4      kuva esimerkkikaaviota, jossa havainnollistetaan eksinnön mu-  
kaista sylinterien välistä kuorman jakoa ja  
Kuvio 5      kuva vuokaavioesimerkkiä eksinnöllisestä menetelmästä.

## 5 Keksinnön kuvaus

Jotta eksinnön toimintaa voidaan hahmottaa paremmin, on syytä kuvata tarkemmin jo sinällänsä tunnettua sylinterikohtaista nakutuksenestosäättöä. Nakutuksenestosäädöllä pyritään poistamaan sylinterissä tapahtuva nakutustilanne, eli ennenaikeinen polttoaineen sytyminen. Tässä tekstissä esitetyt esimerkit kuvavat sekä kaan 10 sulla että polttoöljyllä toimivaa polttomoottoria, mutta eksintöä voidaan käyttää myös muissa ottomoottoreissa.

Kuvio 1 kuvaaa esimerkkiä diagrammista, jossa esitetään sylinterin toiminta-alue ilma-polttoaine –suhteen ja sytytyksen ajoituksen muuttujina. Polttoaineena on tässä 15 esimerkissä kaasu. Nakuttava alue on yhtenäisen viivan 1 yläpuolella. Yhtenäistä vii- 20 vaa 1 kuvataan nakutusrajaksi. Sylinterin toiminta-arvot on asetettu katkoviivalle 2. Nakutusajan 1 ja katkoviivan välistä sytytysajotuksen eroa jollakin ilma-polttoaine – suhteella kutsutaan nakutusmarginaaliksi M. Nakutusmarginaalilla pyritään estämään sylinterin nakutustilanne. Nakutusrajoja voi olla myös useampikin – yleensä kaksi kappaletta, jolloin ensimmäinen raja on tarkoitettu estämään sylinterin kevyt nakutus ja toinen raja estämään sylinterin raskas nakutus.

Jos sylinteri alkaa jostain syystä nakuttaa, vähennetään polttoaineen virtausta sylinteriin eli sylinterin polttoainemäärää, jolloin ilma-polttoaine –suhde kasvaa. Sylinterin toimintapiste siis siirtyy kuviolla 1 oikealle eli pois päin nakutusrajasta. Samalla nakutusmarginaali kasvaa. Kun sylinteri lakkaa nakuttamasta voidaan palata takaisin 25 normaaliin ilma-polttoaine –suhteeseen eli katkoviivalle 2.

Kuvio 2 kuvaaa yksinkertaistettua esimerkkiä tunnetusta sylinterin kannesta 21. Sylinteriin tuleva ilma virtaa sylinteriin ilmakanavan 22 kautta. Kanavaan ruiskutetaan myös polttoaine polttoainekanavan 27 kautta. Polttoaine johdetaan kaasusäiliöstä 24 putkistoa 25 pitkin kaasuntuloventtiilille 26, joka päästää kaasun polttoainekanavaan 30 27. Ilma-polttoaine –seos pääsee sylinterin kammioon venttiilin 23 kautta sen ollessa

2004-03-12

auki. Kuvio esittää myös sylinterikohtaisen säätiöpiirin, jolla säädetään sylinterin polttoainemääriä ja siis myös estetään muun muassa sylinterin nakutustilanteet. Sylinterin kammiosta mitataan esimerkiksi painetta tai tärinää tarkoitukseen sopivalla anturilla 29 (paineanturi tai kiihtyyysanturi tärinän havaitsemiseen). Mittaustieto siirretään säätiöpiirin säätiöelimeille 28, jossa muodostetaan ja lähetetään mittaustiedon perusteella ohjauskomento sylinterin kaasuntuloventtiilille 26. Ohjauskomennon perusteella kaasuntuloventtiili päästää halutun määrän kaasua virtaamaan polttoainekanavan 27 kautta ilmakanavaan. Lisäksi kuvio 2 esittää ruiskutuselimet 210 polttoöljyä varten.

10 Kuvio 3 kuvaaa yksinkertaista esimerkkiä keksinnön mukaisesta moottorin säätiöpiiristä. Moottorin kokin sylinteri 31, 32, 33 käsittää sylinterikohtaisen säädön (käsittäen nakutuksenestosäädön), joko on esitetty kuvioissa 2. Tässä keksinnön toteutusmuodossa sylinterikohtainen säätiö toimii niin, että moottorin nakuttaessa kevyesti, pyritään välttämään nakutuksen muuttuminen pahemmaksi, eli pyritään välttämään raskas nakutus. Sylinteriin tulevan polttoaineen määrää vähennetään 1%:lla normaalililanteen polttoainemääristä joka viides sekunti kunnes nakutus lakkaa. Tällöin ilmapoltoaine -seossuhde kasvaa ja sylinterin toimintapiste siirtyy poispäin nakuttavasta alueesta tarkasteltaessa tilannetta kuvion 1 mukaisesta diagrammista. Maksimisiirtymä on 4%:a normaalililanteen polttoainemääristä, joka voidaan siis saavuttaa 20 sekunnin kuluttua nakutuksen alkamisesta. Nakutuksen lakkattua sylinteri pyritään ohjaamaan normaalililan polttoainemääriin lisäämällä polttoainemääriä 1%:lla joka 7 sekunti. Jos moottori siis toimii  $-4\%:n$  polttoainemääräällä, voi se nopeimmillaan palaata normaalililaan 28 sekunnissa. Säätiöpiirin normaalililan ohjausta kutsutaan referenssiarvo-ohjaukseksi. Jos sylinteri nakuttaa raskaasti kahta eri polttoainetta käyttävässä moottorissa, niin silloin siirrytään käyttämään polttoöljyä kaasun sijasta.

30 Kuten edellä mainittiin tunnetun tekniikan ratkaisuissa sylinterikohtainen nakutuksenestosäätiö muuttaa samalla myös kuorman jaon sylinterien välillä epätasaiseksi, jolloin moottori toimii epäedullisella toiminta-alueella. Moottori toimii huonommalla hyötysuhteella, ja siihen kohdistuu ylimääräisiä rasituksia. Sylinterikohtaiset referenssiarvot täytyisi asettaa manuaalisesti uusiin toiminta-arvoihin, jotta moottorin kuorman

2004-03-12

jako saataisiin jälleen kohdalleen. Tämä on erityisesti ongelma, jos yksi tai useampi sylinteri nakuttaa jatkuvasti.

Keksinnön mukaisessa ratkaisussa sylinterin tai sylinterien jatkuva nakutus otetaan huomioon, kun moottori tasapainottaa kuormituksen sylinterien kesken auto-  
5 maattisesti uusiin toiminta-arvoihin (eli uusin sylinterikohtaistiin säätöarvoihin), jotka otetaan moottorin uusiksi asetusarvoiksi. Jos sylinterissä tapahtuu kevyen nakutuk-  
sen pahenemista vähintään 20 kertaa puolen tunnin sisällä (nakutus voi siis pyrkia-  
myös vähennemään puolen tunnin sisällä), vähennetään sylinteriin tulevan polttoai-  
10 neen määrää pysyvästi. Tämä tarkoittaa käytännössä esimerkiksi sitä, että sylinterin normaalitilan polttoainemäärää vähennetään pysyvästi 1%:lla tai useammalla prosentilla sylinterin säätökertoimella. Uusi polttoainemäärä tai pikemminkin sitä kuvaavat toiminta-arvot tallennetaan muistiin, ja ne korvaavat aikaisemmat referenssiarvot. Tästä eteenpäin sylinteriä ohjataan siis uusilla referenssiarvoilla. Tässä toteutusmuo-  
dossa maksimipoikkeama on -10% alkuperäisestä polttoainemäärästä.

15 Sylinterin uudet referenssiarvot vaikuttavat sylinterien väliseen kuorman jaksoon. Moottorin kuormitus 35 (kuvio 3) pysyy monesti vakiona nakutuksesta huolimatta, jo-  
ten moottorin täytyy tuottaa edelleen sama määrä tehoa. Säätöpiiri 28 saa polttoai-  
nemäärän perusohjauksen moottorin nopeus/tehosäätimestä 36. Nopeus/tehosäädin 36 voi olla myös yhdistetty kiinteäksi osaksi säätöpiiriin 28. Jos esimerkiksi moottorin 20 yhdelle sylinterille 31 on annettu uudet referenssiarvot, sen tuottama teho P1 vähenee. Kuitenkin sylinterien yhteenlaskettu teho,  $P_1 + P_2 + P_n$ , täytyy pysyä samana, joten muiden sylinterien tuottamaan tehoa joudutaan kasvattamaan. Säätöpiiriin 28 kuuluva tasapainotusyksikkö 34 hoitaa moottorin kuormituksen jaon eri sylintereille uusilla toiminta-arvoilla.

25 Tasapainotusyksikkö 34 seuraa sylinterikohtaista nakutuksen säätöä. Jos esimer-  
kiksi ensimmäinen koneen sylinteri 31 lähettää mittaustietoa R1 jatkuvasta kevyestä nakutuksesta, eikä sylinterikohtainen säätö ole pystynyt poistamaan tätä, niin silloin tasapainotusyksikkö muuttaa pysyvästi sylinterin 31 toiminta-arvoja. Tämä muutos vaikuttaa sylinterien väliseen tasapainoon muuttamalla sylinterikohtaisten säätöker-  
30 toimien suhdetta toisiinsa. Lisäksi muiden sylinterien tulee kompensoida nakuttavan sylinterin aikaansaama tehovajaus. Tämä tilanne ratkaistaan niin, että kaikkien sylin-

2004-03-12

terien säätökertoimia kasvatetaan sopivasti, jolloin sekä kompensoidaan nakuttavan sylinterin tehovajaus että säilytetään sylinterien välinen tasapaino. Nämä tasapainotusyksikön 43 aikaansaamat uudet sylinterien toiminta-arvot korvaavat vanhat referenssiarvot. Nopeus/tehosäädin 36 säätää lopulta sylinterien poltoainemääärän kohdalleen. Uudet referenssiarvot lähetetään ohjauksina C1, C2, C3 moottorin sylinterien 5 kaasuntuloventtiileille. Sylinterit 31, 32, 33 lähetävät mittaustietoa R1, R2, R3 normaalisti säätöpiirille.

Kuvio 4 kuvaa esimerkkiä kaaviosta, jossa havainnollistetaan keksinnön mukaista 10 kuorman jakoa sylinterille eli sylinterien tasapainotusta. Tasapainotus perustuu tasapainotusvektorin käyttöön. Tasapainotusvektori käsittää sylinterikohtaiset poikkeamakertoimet, eli säätökertoimet, normaalista poltoainemääärästä. Jos sylinteri siis 15 nakuttaa ja sinne virtaavaa poltoainemäärää on vähennetty 1%:lla, niin sylinterin kerroin vektorissa on alkuperäinen kerroin  $-1$ . Vektori summa on moottorin valmistukseessa tai moottoria käytöönottettaessa asetettu mahdollisimman lähelle nollaa. Tätä 20 vektorin summa pyritään nyt pitämään nollassa tai lähellä nollaa. Käytännössä vektorin summan arvolle on asetettu tietty liikkumavara. Jatkuvasti nakuttavan sylinterin negatiivinen kerroin aiheuttaa tämän liikkumavararen ylityksen ja ilmaisee samalla tarpeen muuttaa sylinterikohtaisia säätökertoimia. Huomioitavaa on, että vektorin summan tasapainoarvo voi olla myös jokin muu arvo kuin nolla. Nollan käyttö on kuitenkin laskennallisesti edullista.

Kuvion 4 esimerkissä moottorissa on 4 sylinteriä. Käyrät 41, 42, 43 ja 44 kuvavat sylinterien säätökertoimia (ja samalla sylinterikohtaisesti asetettua poltoainemäärää nopeustehosäätimen poltoainemääräohjauksarvosta). Kaikkien sylinterien säätökerrotimet ovat tässä esimerkissä aluksi nollia. Ajanjaksolla 1 moottorin ensimmäisen sylinterin nakutussäätö pienentää säätökerrointa  $-1$ :llä, mikä näkyy käyrällä 41. Ajanjaksolla 2 moottorin toisen sylinterin nakutussäätö pienentää säätökerrointa  $-1$ :llä, mikä näkyy käyrällä 42. Nakuttavat sylinterit jatkavat nakutusta ja ajanhetkellä T1 jatkuvasti nakuttavien sylinterien kertoimet muutetaan pysyväksi. Samalla kaikkien sylinterien kertoimia kasvatetaan pysyvästi yhdellä kompensoimaan nakuttavien sylinterien aikaan saamaan tehovajaus moottorin tehontuotannossa. Samalla säilytetään sy-

2004-03-12

linterien säätökertoimien välinen tasapaino, joka nyt ottaa lisäksi huomioon nakuttavat sylinterit.

Ajanjaksolla 5 ensimmäinen sylinteri ja kolmas sylinteri alkavat nakuttamaan, mikä näkyy käyrillä 41 ja 43 sylinterikohtaisten nakutussäätöjen reagoimisena. Näiden sylinterien nakutus pahenee ajanjaksolla 6. Ajanhetkellä T2 jatkuvasti nakuttavien ensimmäisen ja kolmannen sylinterin kertoimet muutetaan pysyviksi. Samalla kaikkien sylinterien kertoimia kasvatetaan pysyvästi yhdellä kompensoimaan nakuttavien sylinterien aikaan saama tehonvajaus moottorin tehontuotannossa. Ajanjaksolla 8 ensimmäinen ja kolmas alkavat jälleen nakuttamaan, mihin sylinterikohtaiset nakutussäädöt jälleen reagoivat. Ajanjaksolla 9 toinen sylinteri alkaa nakuttaa, johon nakutussäätö reagoi. Ajanhetkellä T3 jatkuvasti nakuttavien ensimmäisen ja kolmannen sylinterin kertoimet muutetaan pysyviksi ja jälleen kaikkien sylinterien kertoimia kasvatetaan pysyvästi yhdellä kompensoimaan nakuttavien sylinterien aikaan saama tehonvajaus moottorin tehontuotannossa. Tämän jälkeen sylintereissä ei enää esiinny 15 nakutusta ja sylinterejä ohjataan viimeksi asetetuilla ja muistiin laitetuilla toimintaroilla. Kuvio 4 havainnollistaa, miten moottori adaptoituu uuteen tilanteeseen, jos yksi tai useampi sylinteri nakuttaa jatkuvasti.

Kuvio 5 kuvaa vuokaavioesimerkkiä keksinnöllisestä menetelmästä. Vuokaaviossa esitetään menetelmän pääpiirteet. Menetelmässä seurataan 51 sylinterikohtaisesti nakuttaako sylinteri jatkuvasti käyttäen hyväksi sylinterikohtaista nakutuksenes-tosäätösysteemin mittaustietoa. Jatkuvasti nakuttavan sylinterin polttoaineensyöttöä vähennetään pysyvästi 52. Polttoaineensyötön vähennyksen aiheuttama muutos moottorin kokonaistehon tuotossa kompensoidaan 53 lisäämällä polttoaineensyöttöä 25 kaikissa moottorin sylintereissä. Uudet sylinterikohtaiset polttoaineensyöttöarvot tallennetaan 54 ja asetetaan 55 moottorin sylinterikohtaisiksi asetusarvoiksi. Moottorin nopeuden/tehonsäätö hoitaa lopullisen polttoainemääärän ohjauksen moottorin sylinterille.

Jatkuva nakutus todetaan esimerkiksi, kun sylinterikohtaisessa seurannassa laskeataan kuinka monta kertaa tietyn ajan aikana sylinterikohtainen nakutuksenes-tosäätö joutuu aloittamaan vähintään yhden säätöperiodin kestävän säädön nakuttavan sylinterin polttoainemääärän vähentämiseksi. Sylinterikohtaisen nakutuksenes-

2004-03-12

tosysteemin säätöperiodi nakutuksen vähentämiseksi on esimerkiksi 5 sekuntia. Esimerkiksi sylinterin polttoainemäärää vähennetään 1 %:lla joka viides sekunti vasteena mittaustiedolle. Kun nakutus lakkaa pyrkii nakutuksenestosysteemi lisäämään 5 polttoainemäärää 1 %:lla joka seitsemäs sekunti, jotta saavutettaisiin sylinterin referenssipolttoainemäärä. Aikaperiodi, jona aikana kertoja lasketaan, on esimerkiksi 20 – 40 minuuttia. Sylinteri määritellään jatkuvasti nakuttavaksi, kun laskennassa saavutetaan tietty määrä kertoja. Tietty määrä voi esimerkiksi olla 15 - 25 kertaa. Sylinterikohtaisen nakutuksenestosysteemin säätöperiodi ja mainitun laskennan aikaperiodi voivat olla kestoltaan myös muita aikoja kuin edellä mainitut arvot.

10 Kompensoinnissa käytetään eräässä keksinnöllisen menetelmän toteutusmuodossa tasapainotusvektoria, joka käsittää sylinterikohtaiset polttoainemääräkertoimet ja jonka vektorin summa pyritään pitämään nollassa tai lähellä nollaa, jolloin jonkin kertoimen pienentämisen vaikutus korvataan jonkin toisen tai useamman kertoimen suurentamisella.

15 Jos moottorissa, jossa käytetään keksinnön mukaista menetelmää, on sylinterikohtainen pakokaasun lämpötilan mittaus, niin menetelmä voi lisäksi käsittää vaiheen, jossa vasteena pakokaasun lämpötilan mittaukselle lämpötilan laskiessa tiettylle tasolle tai sen alle, lisätään sylinterin polttoainemäärä. Pakokaasun lämpötilan ollessa esimerkiksi 60 astetta keskiarvon alapuolella, polttoainemäärää lisätään 1 %:lla 20 tai muulla sopivaksi katsotulla määräällä.

Kuvattu menetelmä koskee polttomoottoria, jossa käytetään ensisijaisesti kaasua polttoaineena. Moottorissa, jossa voidaan käyttää polttoaineena kaasun lisäksi kevyttä polttoöljyä, vaihdetaan lisäksi sylinteriin virtaava polttoaine kaasusta polttoöljyyn sylinterin nakuttaessa raskaasti.

25 Keksinnöllinen tasapainotusyksikkö 34 on sovitettu suorittamaan keksinnön mukaisen menetelmän, kunkin toteutusmuodon, toimenpiteet, jotka on kuvattu edellä ja vaatimuksissa. Tasapainotusyksikkö on yhdistettävissä sylinterikohtaiseen nakutuksenestosäättösystemiin. Lisäksi jotkut tasapainotusyksikön suoritusmuodot ovat yhdistettävissä myös muihin moottorin säätösystemeihin. On huomioitava, että moottorin säätösystemi voi olla keskitetty tai hajautettu. Esimerkiksi nakutuksenestosää-

2004-03-12

tösysteemi voi olla erillinen elementti muusta säätösysteemistä tai sitten kiinteä osa muuta säätösysteemiä. Myös tasapainotusyksikkö voi olla joko erillinen osa tai kiinteä osa moottorin muuta säätösysteemiä. Tasapainotusyksikkö voidaan toteuttaa niin, että se on oma fyysinen kokonaisuus, kuten piirkortti, tai sitten ohjelmallisesti, jolloin 5 se moottorin säätösysteemin muistissa oleva kokonaisuus. Ohjelma voi olla myös tallennettuna erilliselle muistitallennusvälineelle, joka on yhdistettäväissä moottorin säätösysteemiin ja siis myös nakutuksenestosäätösysteemiin. Ohjelma suorittaa keksinnön mukaiset toiminnot, kun sitä ajetaan moottorin säätösysteemissä.

10 Keksinnön mukaisella menetelmällä ja laitteistolla siis tasataan moottorin teho sy-lintereiden kesken adaptiivisesti, niin että jatkuvasti nakuttavat sylinterit otetaan hu-mioon. Näin moottori toimii kokonaisuudessaan paremalla hyötysuhteella kuin ai-kaisemmissa ratkaisuissa oli mahdollista. Näin myös moottorin kestoikä kasvaa ja huoltotoimenpiteitä voidaan vähentää.

15 Edellä esitettyjen esimerkkien valossa on selvää, että keksinnön mukainen toteu-tusmuoto voidaan saada aikaa monella eri ratkaisulla. On selvää, että keksintö ei rajoitu pelkästään tässä tekstissä mainittuihin esimerkkeihin vaan se voidaan toteut-taa monilla erilaisilla toteutusmuodoilla keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.

## Vaatimukset

1. Menetelmä polttomoottorin kuorman tasaamiseksi moottorin sylinterien kesken, missä moottorissa on sylinterikohtainen nakutuksenestosäätyössytemi, **tunnettu** siitä, että menetelmä käsitteää vaiheet:
  - 5 seurataan sylinterikohtaisesti nakuttaako sylinteri jatkuvasti käyttäen hyväksi sylinterikohtaista nakutuksenestosäätyössytemin mittaustietoa, vähennetään nakuttavan sylinterin polttoaineensyöttöä pysyvästi nakutuksen jatkuessa, kompensoidaan mainitun polttoaineensyötön vähennyksen aiheuttama muutos
  - 10 moottorin kokonaistehon tuotossa lisäämällä polttoaineensyöttöä kaikissa moottorin sylinterereissä, tallennetaan uudet sylinterikohtaiset polttoaineensyöttöarvot ja asetetaan uudet sylinterikohtaiset polttoaineensyöttöarvot moottorin sylinterikohdaisiksi asetusarvoiksi.
- 15 2. Vaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että sylinterikohtaisessa seurannassa lasketaan kuinka monta kertaa tietyn ajan aikana sylinterikohtainen nakutuksenestosäätyö joutuu aloittamaan vähintään yhden säätöperiodin kestävän säädön nakuttavan sylinterin polttoainemäärän vähentämiseksi.
- 20 3. Vaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että aikaperiodi, jona aikana kertoja lasketaan, on 20 – 40 minuuttia.
4. Vaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että määritellään sylinteri jatkuvasti nakuttavaksi, kun laskennassa saavutetaan tietty määrä kertoja,
5. Vaatimuksen 3 ja 4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että laskennassa saavutettava tietty määrä on 15 - 25 kertaa.
- 25 6. Jonkin vaatimuksen 1 - 5 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kompensoinnissa käytetään tasapainotusvektoria, joka käsitteää sylinterikohtaiset polttoaineemääräkertoimet ja jonka vektorin summa pyritään pitämään tasapainotusarvossa tai lähellä tasapainotusarvoa, jolloin jonkin kertoimen pienennemisen vaikutus korvataan kaikkien sylinterien kertoimien suurentamisella.
- 30 7. Jonkin vaatimuksen 1 - 6 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että moottorissa, jossa on sylinterikohtainen pakokaasun lämpötilan mittaus, niin menetelmä voi käsitellä

2004-03-12

tää vaiheen, jossa vasteena pakokaasun lämpötilan mittaukselle lämpötilan laskiessa tietylle tasolle tai sen alle, lisätään sylinterin polttoainemäärää.

8. Vaatimuksen 7 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että pakokaasun lämpötilan ollessa 60 astetta keskiarvon alapuolella, polttoainemäärää lisätään 1 %:lla.

5 9. Jonkin vaatimuksen 1 - 8 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että sylinterikohtaisessa nakutuksenestosysteemissä vasteena mittaustiedolle sylinterin polttoainemäärää joko vähennetään 1 %:lla joka viides sekunti tai lisätään 1 %:lla joka seitsemäs sekunti.

10. Jonkin vaatimuksen 1 - 9 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että polttoaine 10 on kaasua.

11. Vaatimuksen 10 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että moottorissa, jossa voidaan käyttää polttoaineena kaasun lisäksi kevyttä polttoöljyä, vaihdetaan moottorin käyttämä polttoaine kaasusta polttoöljyyn sylinterin nakuttaessa raskaasti.

15 12. Laitteisto polttomoottorin kuorman tasaamiseksi moottorin sylinterien kesken, missä moottorissa on sylinterikohtainen nakutuksenestosäätyösystemi, **tunnettu** siitä, että laitteisto käsittää tasoitusyksikön, joka on yhdistettävissä sylinterikohtaiseen nakutuksenestosysteemiin, mikä laitteisto on sovitettu suorittamaan vaatimuksen 1 mukaiset toimenpiteet.

20 13. Vaatimuksen 12 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että laitteiston suorittamaa sylinterikohtaisessa seurannassa lasketaan kuinka monta kertaa tietyn ajan aikana sylinterikohtainen nakutuksenestosäätyö joutuu aloittamaan vähintään yhden sääntöperiodin kestävän säädon nakuttavan sylinterin polttoainemäärän vähentämiseksi.

14. Vaatimuksen 13 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että aikaperiodi, jona aikana kertoja lasketaan, on 20 - 40 minuuttia.

25 15. Vaatimuksen 13 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että laitteisto määrittää sylinterin jatkuvasti nakuttavaksi, kun laskennassa saavutetaan tietty määrä kertoja,

16. Vaatimuksen 14 ja 15 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että laskennassa saavutettava tietty määrä on 15 - 25 kertaa.

30 17. Jonkin vaatimuksen 12 - 16 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että kompensiointissa käytetään tasapainotusvektoria, joka käsittää sylinterikohtaiset polttoaine-

2004-03-12

määräkertoimet ja jonka vektorin summa pyritään pitämään tasapainoarvossa tai lä-hellä tasapainoarvoa, jolloin jonkin kertoimen pienemisen vaikutus korvataan kaik-kien kertoimien suurentamisella.

18. Jonkin vaatimuksen 12 - 17 mukainen laitteisto, **tunnettua** siitä, että polttoaine  
5 on kaasua.

19. Vaatimuksen 18 mukainen laitteisto, **tunnettua** siitä, että moottorissa, jossa voi-daan käyttää polttoaineena kaasun lisäksi polttoöljyä, vaihdetaan moottorin polttoaine kaasusta polttoöljyyn sylinterin nakuttaessa raskaasti.

20. Polttomoottorin säätösysteemiin yhdistettävissä oleva tietokoneohjelma, **tun-10 nettua** siitä, että tietokoneohjelma on sovitettu suorittamaan vaatimuksen 1 mukaiset toimenpiteet tietokoneohjelmaa ajettaessa.

L 4

2004-03-12

**(57) Tiivistelmä**

Keksintö koskee polttomoottoria, jossa on useampi sylinteri aikaansaamaan tarvittava energia, jota käytetään moottorin suorittamaan työhön. Keksinnössä käytetään sylinterien nakutuksen seurantaa kuorman jakamiseksi automaattisesti moottorin sylinterien kesken. Kun yksittäinen sylinteri nakuttaa jatkuvasti, pyrkii sylinterin nakutuksenestosäättö vähentämään sylinteriin tulevan polttoaineen määrää pysyvästi. Polttoainemäärän vähennyksen aiheuttama koko-naisistemäärän lasku kompensoidaan lisäämällä moottorin kaikkiin sylintereihin virtaavan polttoaineen määrää. Säädön aikaansaamat moottorin uudet toiminta-arvot tallennetaan muistiin, ja niitä käytetään myös uusina referenssiarvoina.

(Fig. 3)

L5

1/2

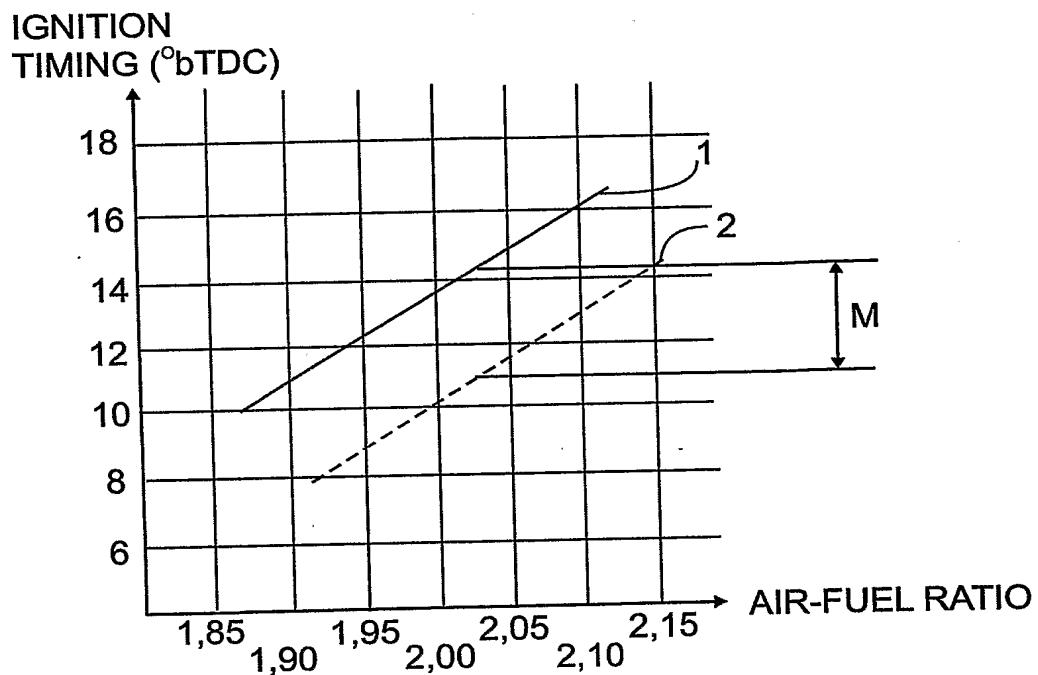


FIG. 1

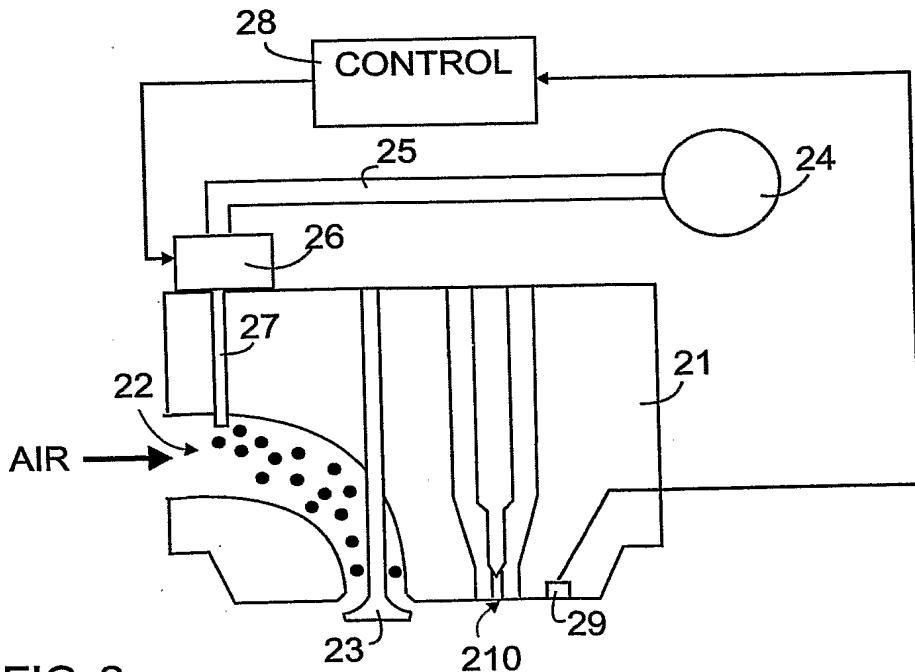


FIG. 2

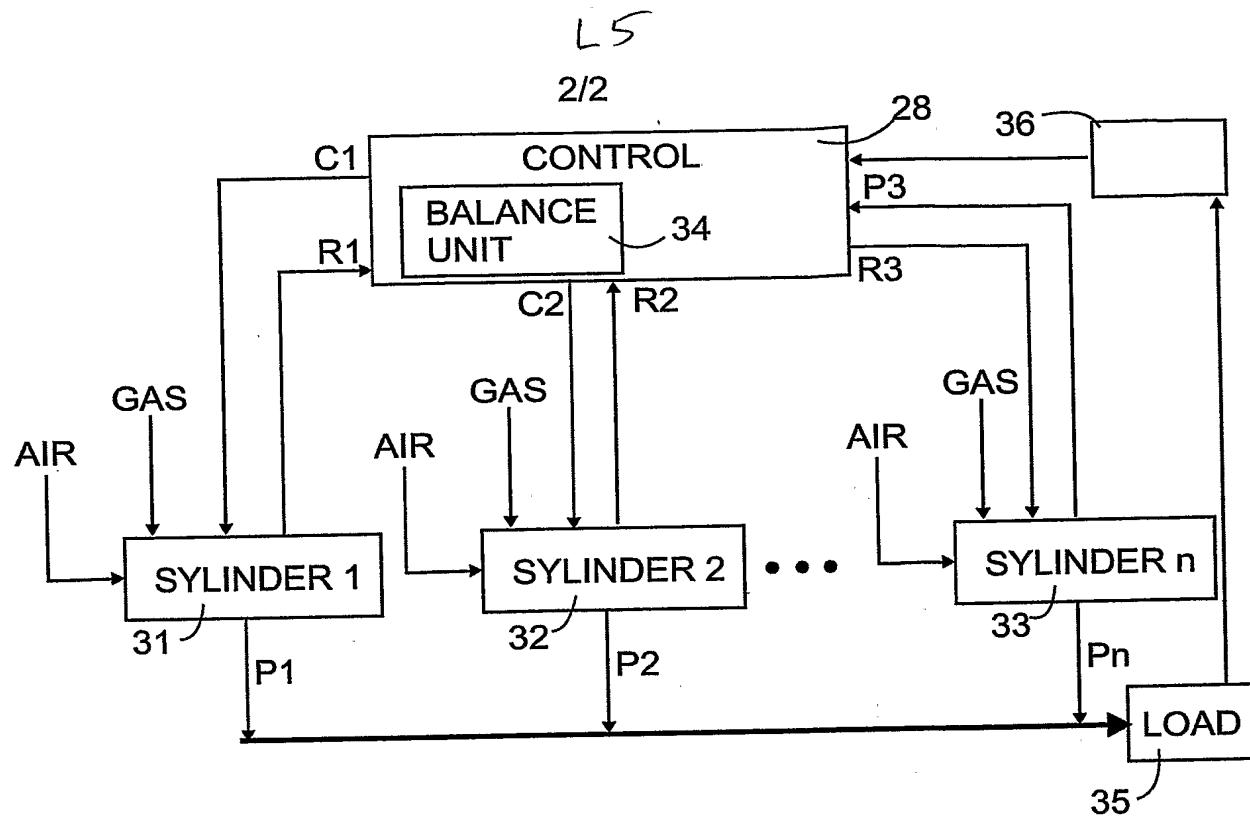


FIG. 3

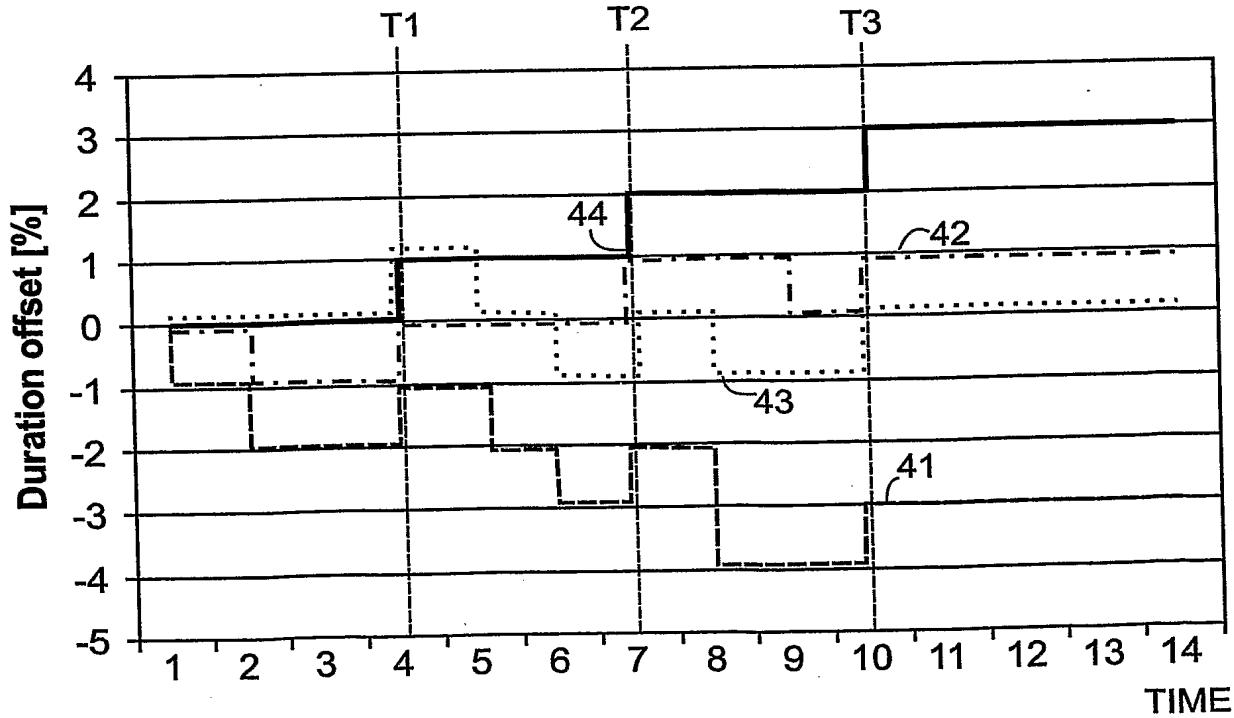


FIG. 4

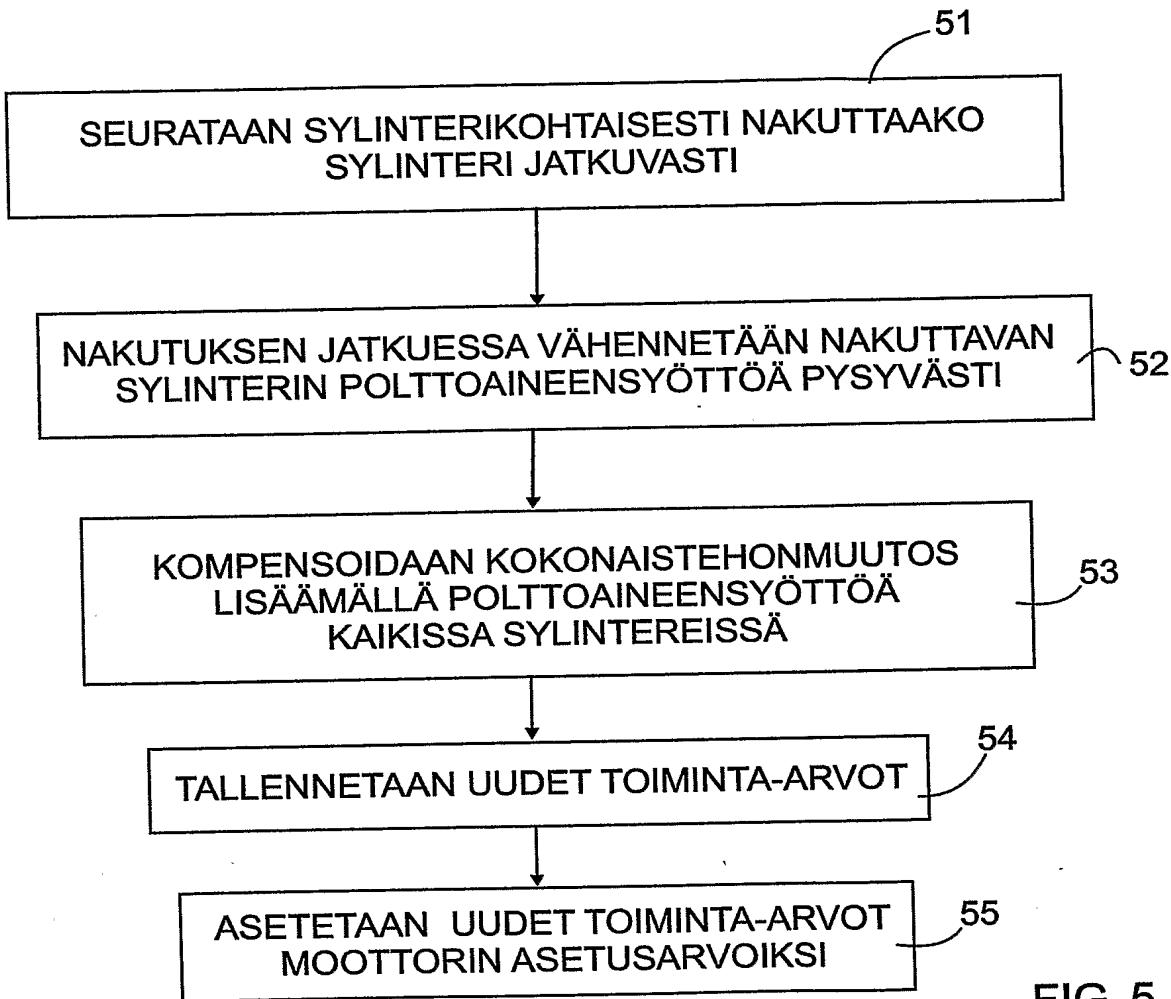


FIG. 5